

生活習慣病予防と改善のための運動

片 山 靖 富

Key Word：生活習慣病，健康づくり，減量，運動療法

1. はじめに

わが国では，肥満をはじめとする生活習慣病やメタボリックシンドローム該当者が増加し，その改善と予防が急務となっている．このような背景をうけて，運動処方（療法）をはじめとするさまざまな健康情報があふれているが，偏った（時には誤った）情報も多いのが現状である．ここでは体重減少（減量）を中心に，生活習慣病全般の予防や改善など，健康づくりにおける運動の効果について解説する．

2. 有酸素性運動と減量

エネルギー摂取量がエネルギー消費量を上回ると肥満となり，その逆は痩せにつながる．運動をするとエネルギー消費量が増えることから，運動は減量に効果的であると言われている．減量につながることは事実だが，効果的であるかどうかは条件によって異なる．つまり，運動を実践しても痩せないことがありうる．

数多くの運動（スポーツ）種目がある中で，「痩せたい」と思って運動を始める人の多くは，効率よくエネルギーを消費できるとされるウォーキングやジョギング，自転車運動，水中運動などの有酸素性運動を選ぶであろう．しかしながら，この運動を実践して，「減量できた」と言える者がどのくらい存在するだろうか．体重が減らず挫折する者も少なくない．運動すれば痩せるはずなの

に、なぜ痩せないのか。有酸素性運動を実践しても痩せない原因がいくつか考えられる。

例えば、体重70kgの中年肥満女性が、時速4kmのウォーキング（3 METs^{注1}）を1時間おこなったとする。この1時間で消費される総エネルギー量は約220kcal^{注2}であるが、この内、1時間の基礎代謝量^{注3}約60kcalが含まれる。したがって、このウォーキングで消費されるエネルギー量は約160kcalとなる。脂肪を2kg（14,000 kcal^{注4}）減少させるためには、1日1回1時間のウォーキングを87.5日（12.5週）間休みなく続ける必要がある。2日に1回のウォーキングならば、効果が現れるまでには倍の175日（25週）、3日に1回となれば、3倍の263日（37.8週）間継続してはじめて効果が現れることになる。また、内臓脂肪面積を10%減少させるためには、1週間に10METs・h（1時間の普通歩行を1週間に最低3.4回程度）以上おこない、それを27週間継続する必要があると Ohkawara et al.（2007）が報告している。このように、運動を始めればすぐに減量できるものではないのだが、多くの人は運動をすればすぐに効果が現れるものと誤解し、即効性を期待するあまり、短時間で挫折しているのではないだろうか。

運動を数ヵ月間継続しても減量効果が現れない場合もある。その理由のひとつに、減量を始める時のエネルギー摂取量がエネルギー消費量よりも高い状態にあることが考えられる。運動で減量するためには、現在の生活（減量を始める直前）におけるエネルギー摂取量とエネルギー消費量が等しいか、または、生活の中に新たに取り入れた運動によるエネルギー消費量とこれまでの生活におけるエネルギー消費量の合計が、エネルギー摂取量よりも大にならなければならない（図1）。しかしながら、「痩せよう」と思った人の多くは、自分の体重や体脂肪率が徐々に増加していることに気づいたはずであり、肥満が進行しているということは、減量を始める直前も含め、日常生活のエネルギー摂取量はエネルギー消費量よりも大きいと考えられる。エネルギー摂取量が消費量よりも高い状態でいくら運動を加えても、予測した減量効果は現れないか、予想以上に時間がかかる可能性がある。

この他にもいくつか理由がある。Heymsfield et al.（2007）は、減量介入研

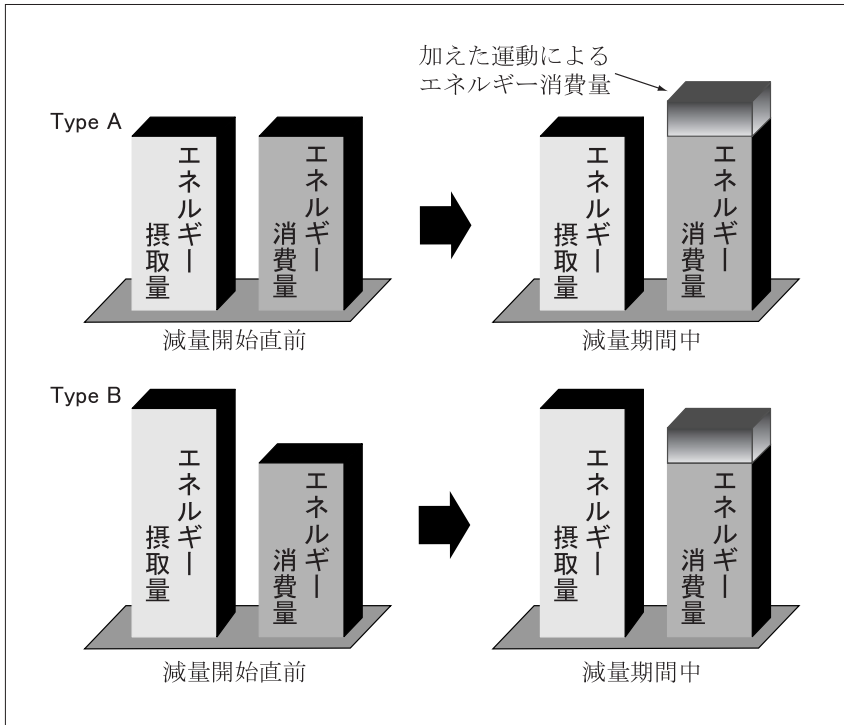


図1 痩せられる人と痩せられない人の違い

Type A は運動を実践して痩せられる人。減量開始直前のエネルギー収支バランスが等しければ、新たに加えた運動によってエネルギー消費量が大きくなり、その消費した分が減量につながる。一方、type B の人は、減量開始直前のエネルギー摂取量がエネルギー消費量よりも高いため、普段の生活の中に新たに加えた運動によるエネルギー消費量は相殺され、予想された減量効果が得られない。年々体重が増加している者は type B と考えられるため、エネルギー消費量を増大させるために運動をおこなう場合、運動量や頻度、強度は大きなものにしなければならない。

究で予想された結果が得られない原因に、介入内容以外の日常生活の変化が影響していることを挙げている。Mertens et al. (1998) は、運動介入中に、日常生活でのエネルギー摂取量が増えてしまったため、体重が減らなかったことを報告している。運動をしたことに満足した時、運動によって空腹感が得られ

た時など、普段よりも食事量が増えたことがあるのを経験した人も多いだろう。一方で、Leon et al. (1996) や Meijer et al. (1999) は、高齢者を対象に運動を介入した結果、運動介入中の日常生活での身体活動量が低下してしまったため、体重が減らなかったことを報告している。激しい運動後、疲労感によって何もやる気が起こらず、家でゴロゴロしてしまったことがあるだろう。このように、運動をしても痩せない（身体に何も変化がない）時は、普段の生活習慣に変化がなかったかを考慮する必要がある。なお、片山ら（2008）は、成人肥満男性にウォーキングによる減量介入をおこなったところ、エネルギー摂取量（食習慣）に変化はなく、週3回、1回90分のウォーキングによる運動介入の影響に加えて、教室のない日（日常生活）での身体活動量も増加し、それが減量に貢献していたことを報告している（表1）。対象の条件（年齢、性、職業など）によっては、適度な強度の運動実践は、日常生活における身体活動量の増加を促し、減量に貢献する可能性がある。

表1 運動教室参加による身体活動量の変化（片山ら、2008を改変）

	運動教室参加前	運動教室参加中	
		運動教室のない日	運動教室のある日
エネルギー摂取量, kcal/day	2467±532	2530±454	
エネルギー消費量, kcal/day	2262±264	2344±276*	2576±317*†
身体活動量, kcal/day	253±109	330±118*	538±142*†
歩数, steps/day	7361±3054	9151±2984*	13038±3159*†

平均値±標準偏差, *運動教室参加前より有意な変化 ($p < 0.05$), †運動教室のない日と比べて有意差あり ($p < 0.05$)

3. 無酸素性運動と減量

体重が増加する、または体重が減少しにくいのは、基礎代謝量が低いことによる1日の総エネルギー消費量の低下が原因と解釈され、筋量を増やし、基礎代謝量を高めるために無酸素性運動の代表とも言える筋力トレーニングが推奨されることも多い。しかしながら、現在の科学において明らかになっているのは、基礎代謝量は体重の影響を最も強く受けているということであり、体脂肪量や筋量、骨量が異なっても、体重が等しければ基礎代謝量も等しいことになる。つまり、体重が重い人ほど基礎代謝量は高いということになるため、肥満者は基礎代謝量が低下しているから体重が減りにくいという理由は成り立たない。また、体重1kgあたりの1日の基礎代謝量は、せいぜい20kcal程度である(表2)。仮に筋量が1kg増えたとし

表2 基礎代謝基準値

年齢 (歳)	基礎代謝基準値 (kcal/kg)	
	男性	女性
15～17	27.0	25.3
18～29	24.0	23.6
30～49	22.3	21.7
50～69	21.5	20.7
70～	21.5	20.7

ても、1日のエネルギー消費量は約20kcalしか増加せず、減量に及ぼす影響度は僅かであると言えよう。さらに、一般者が脂肪量を増やさず筋量のみを1kg増やすのは現実的ではない。一般者がスポーツ選手のように筋量のみを増大させるトレーニングをおこなえ

ば(おこなうことは、まず不可能であるが)、怪我や障害につながり、健康づくりには逆効果である。したがって、エネルギー消費量から考えると、筋力トレーニングのような無酸素性運動が減量に及ぼす影響は小さいと言えよう。筋力トレーニングを実践して痩せたという人は、筋量が増加して基礎代謝量が高まったからというよりは、筋力トレーニングをおこなった時のエネルギー消費量が、有酸素性運動時なみに高まった結果だと考えられる。

ここでは、筋力トレーニングを無酸素性運動の代表として例に挙げたが、無酸素性運動について誤解している者も少なくないため解説を加えておく。人が一気に素早く強い活動をおこなう時、筋組織への酸素供給が間に合わないため、酸素供給されない状態で、筋組織内のアデノシン三リン酸やクレアチンリン酸、

グリコーゲンをエネルギー源とする運動を無酸素性運動という。最大努力下における無酸素性運動の持続時間は約40秒である。例えば、腕立て伏せはウォーキングよりも筋にかかる負荷が大変大きいので長時間持続することが難しいが、腕立て伏せの強度を極端に低くしておこなった場合は、腕立て伏せの動作格好は無酸素性運動かもしれないが、長時間持続することが可能となるため有酸素性運動となる。つまり、負荷のかけ方次第では、通常、無酸素性運動と言われている運動も有酸素性運動になり得るのである。逆に、ウォーキングのような有酸素性運動も、複数回または長時間持続することが困難になるくらい脚にかかる負荷を大きくすれば無酸素性運動となる。陸上競技の100-400m 走は無酸素性運動であり、1,500m 走やマラソンなどは同じ走運動であるが有酸素性運動である。または、ウォーキングやランニングの1歩だけの動作を見れば、無酸素性運動と言えるかもしれない。したがって、有酸素性運動と無酸素性運動の違いは、運動の動作格好で決まるものではなく、負荷の強さ、エネルギーの発生源の違いによって決まるものと理解してほしい。

4. 食事と減量

運動によって消費できるエネルギー量は、種目や人の体格などによって多少の違いが生じるが、一般にウォーキング1時間では200kcal 前後、1時間の水泳（クロール）では1,000kcal 前後、フルマラソン1回で約2,000kcal である。一方、女性用の小さな茶碗に軽く1杯（約150g）のご飯のエネルギーは約240kcal である。1日3食の食事では毎食茶碗2杯食べているのを1杯ずつに抑えれば、1日で約720kcal 抑えることができる。食事によるエネルギー摂取量と比較すれば、運動によってエネルギー消費量を確保することが、如何に大変かが想像できるであろう。笹井ら（2007）や片山ら（2008）が運動実践による減量介入をおこなったところ、3ヵ月間で約3kgの減量であったが、食事制限を加えた減量介入では、同じ3ヵ月間で約7-8kgの減量を達成できることから（Tanaka et al., 2004; 片山ら, 2006）、減量効果は明らかに食事の影響が大きい。ただし、ただ単にエネルギー摂取量を減らすだけでは栄養素が偏ってしまうことや、空腹感が大きくなり過ぎたことによってストレスが増大した結

果、減量後に過剰にエネルギーを摂取してしまうなど、体重、体脂肪の再獲得（俗に言われるリバウンド）につながることもある。ここでは、食事・栄養に関する詳細な説明は割愛するが、効率よく、かつ安全に減量できる方法（小西, 2006; 田中と大藏, 2007; 岡山ら, 2007）が学術雑誌や学術参考書などで数多く報告されているので、それらを参考に自分にあった方法を用いて、失敗しない減量をおこなってほしい。

5. 健康づくりのための運動とは

エネルギー消費量からみると、減量に対する運動実践の貢献度は小さい（Catenacci and Wyatt, 2007）。ここまで減量について解説してきたが、減量は健康づくりの一手段であって、「減量＝健康づくり」ではない。体力（とくに持久性体力や筋力）や身体活動量は生活習慣病やメタボリックシンドロームの独立した危険因子であることから（Ching et al., 1996; Talbot et al., 2002; Blair, 2003; Katzmarzyk et al., 2004）（図2）、体力向上や身体活動量の確

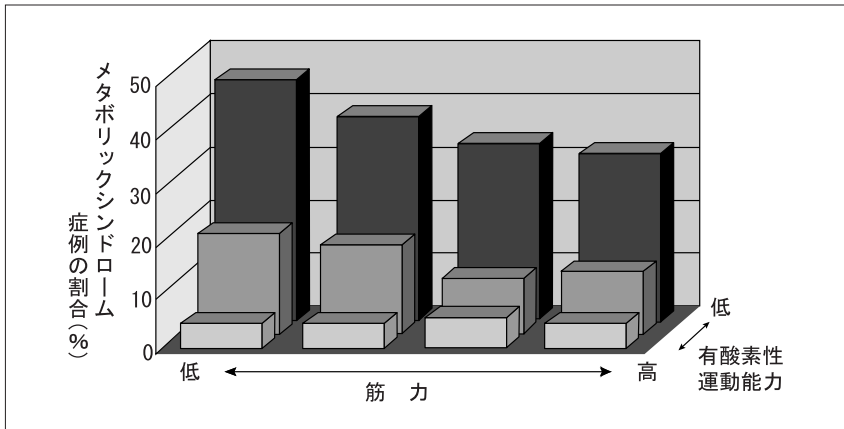


図2 有酸素性体力、筋力とメタボリックシンドロームとの関係
（Blair, 2003を改変）

有酸素性運動能力（持久性体力）の高い者ほどメタボリックシンドロームに該当する者の割合が低い。有酸素性運動能力が低くなれば、筋力が低下している者もメタボリックシンドロームに該当する割合が高くなる。

保も健康づくりの手段である。ただし、日常生活における低い強度の身体活動量が多くても、体力が向上する・高い体力を維持できるとは限らないことから (Leon et al., 1996), 健康づくりには運動実践によって十分な身体活動量を確保することが望ましい。ここでは、減量にこだわらず健康づくりのための運動について解説する。

① 学会が示す運動処方基準とその解釈

アメリカスポーツ医学会 (American College Sports Medicine, ACSM) が慢性疾患ごとに詳細な運動指針を示している (表3)。しかしながら、画一

表3 ACSM が推奨する運動処方 (ACSM, 2000を改変)

対 象		運 動 処 方 の 内 容	
一般健常者	頻 度	3～5回/週	
	持続時間	最低10分以上。1日の総量が20～60分間 (中程度の強度で、20分以上の持続を推奨)	
	強 度	HRmax の55～90%, あるいは $\dot{V}O_{2max}$ の40～85%	
有所見者	高 血 圧	頻 度	3～7回/週
		持続時間	30～60分間
		強 度	$\dot{V}O_{2max}$ の40～70% (レジスタンス運動は、低負荷を高頻度おこなう)
	末梢血管疾患	頻 度	3～7回/週
		持続時間	20～40分間
		強 度	$\dot{V}O_{2max}$ の40～70% (跛行の程度が3～4度の場合、間欠運動が必要) (レジスタンス運動は、自体重を負荷したもの。または、低負荷で時間をかけながら高頻度おこなう)
	糖 尿 病	頻 度	4～7回/週
		持続時間	20～60分間
		強 度	$\dot{V}O_{2max}$ の50～85% (2型糖尿病、肥満例では、エネルギー消費量を最大にする) (強度のモニタリングは、心拍数に加えRPEを併用する)
	肥 満	頻 度	5～7回/週
		持続時間	40～60分間 (または、20～30分間の運動を1日に2回)
		強 度	$\dot{V}O_{2max}$ の40～70% (運動開始初期は、エネルギー消費量を最大にするために、強度よりも持続時間を増大させる) (レジスタンス運動は、有酸素運動と併用することで有効性が増す)

HR: heart rate (心拍数), RPE: ratings of perceived exertion (自覚的運動強度)

的な運動処方では多くの人に同等の効果がもたらされるわけではない。性、年齢、体格、運動に対する価値観などによって異なるため、この指針は「踏まえておくほうがよい基準」「平均的な基準」と捕らえておくべきである（田中ら、2008）。したがって、ACSMの指針に示された範囲内で運動をおこなわなければならない、というものではない。

② 運動種目

ACSMをはじめとする多くの学会は、ウォーキングやジョギング、自転車運動、水中運動といった運動種目を推奨している。これらの運動が推奨される理由は、エネルギー消費効率のよい有酸素性運動であること、運動強度を監視しやすいこと、特別な物を必要とせず手軽におこなえること、他の種目よりも事故や怪我に対して比較的安全であることなどが挙げられるが、決してそれらに固執する必要はない。健康づくりのためには、まずは身体活動量を増やし、運動を習慣化することが大切である。そして、運動を習慣化するためには、運動を大いに楽しむことが最も効果的であろう。高齢者や低体力者、運動の苦手な者には、スポーツ・競技性のある種目でなく、社交ダンスやオリエンテーリングなどゲームやレクリエーション性の高いもの、孫や子供と外で遊ぶことや園芸、旅行などの趣味的活動でも身体活動量を確保できる。

前章（無酸素性運動と減量）では、筋力トレーニングによる減量効果は期待できないと解説したが、筋力トレーニングを好む者が筋力トレーニングをおこなった結果、生活の質（quality of life, QoL）の好転、生きがいを得ることで身体活動量が増加する、などといった行動変容につながることもある。人の心理学的側面から見ると、種目を問わず運動は大いに健康づくりに貢献しているので（International Society of Sports Psychology, 1992）、決して筋力トレーニングを否定することはできない。また、筋力トレーニングには心理学的効果だけでなく、減量以外の医学・生理学的効果もある。活発な筋活動は、糖・脂質代謝の好転も期待できる（Snowling and Hopkins, 2006）ことや、筋力があれば、不意の転倒を防ぐことや転倒しても大事に至らずに済むこともある。筋力が死亡率に関与していることも報告されている（Katzmarzyk and Craig, 2002）。このことから、筋力トレーニングをおこない、筋力を高める

ことは健康づくりに効果的であると言える。有酸素性運動や無酸素性運動といった運動の種類や運動種目にこだわらず、運動に対する価値観や好みなども考慮して柔軟に対応したい。

③ 運動強度と量

強度の高い運動をおこなえば、さまざまな医学・生理学的効果が得られる (Romijin et al., 2000; Hayashi et al., 2005; Numao et al., 2006; 勝川, 2007) が、強度の高い運動をおこなうには、それなりの体力が必要とされ、また、事故や怪我のリスクも高くなる。継続性にも劣る。短期間に大きな効果を求めて強度の高い運動から始めると、健康づくりにはかえって逆効果である。まずは、強度の低い運動からはじめ、自分の身体と相談しながら（セルフチェック）徐々に強度を高めていきたい。とくに肥満者は身体への外科的・内科的負担や障害発症リスクが大きいので、まず食習慣を見直すことで減量し、身体への負担、リスクを減らしてから、低強度の運動から始めていくことを勧める。内科的障害発症リスクが大きいその他の生活習慣病患者やメタボリックシンドローム該当者においても同様である。

一方、安全性に配慮しすぎることも健康づくりには逆効果となる。有酸素性運動の運動強度が高まるにつれて、脂質燃焼比率が漸減することから（表4）(Lusk, 1929)、低強度運動を勧める例もあるが、高強度運動時の脂質燃焼によるエネルギー消費量やトータルのエネルギー消費量は低強度運動よりも大きくなる。脂質燃焼比率が高いからといって低強度に固執すれば、エネルギー消費量の増大にはつながらないため減量には効果的でなく、かつ運動強度が低いので体力向上にも効果的でない。

ACSMなどが推奨する運動強度を遵守するためには、最大運動能力（最大酸素摂取量、 $\dot{V}O_2\max$ ）を測定する必要があるが、有所見者は障害リスクが高いため、 $\dot{V}O_2\max$ を正確に測定することは困難である。安全を配慮するため、 $\dot{V}O_2\max$ は概ね低く推定される（場合によっては、80% $\dot{V}O_2\max$ にも満たない）ことが多い。そのため、その推定値をその人の $\dot{V}O_2\max$ とみなして、各学会が推奨する運動強度（50–70% $\dot{V}O_2\max$ ）に設定すると、相対的には50–70% $\dot{V}O_2\max$ と十分であるかもしれないが、実際の絶対強度は推奨される運動強度

表4 非たんぱく呼吸商から糖質・脂質の燃焼比率および発生熱量を求める表 (Lusk, 1924より作成)

RQ	燃焼比率 (%)		発生熱量 (kcal/ℓ O ₂)	RQ	燃焼比率 (%)		発生熱量 (kcal/ℓ O ₂)
	糖質	脂質			糖質	脂質	
0.707	0.0	100.0	4.686	左からの続き			
0.71	1.1	98.9	4.690	0.86	54.1	45.9	4.875
0.72	4.8	95.2	4.702	0.87	57.5	42.5	4.887
0.73	8.4	91.6	4.717	0.88	60.8	39.2	4.899
0.74	12.0	88.0	4.727	0.89	64.2	35.8	4.911
0.75	15.0	84.4	4.730	0.90	67.5	32.5	4.924
0.76	19.2	80.9	4.751	0.91	70.8	29.2	4.936
0.77	22.8	77.2	4.764	0.92	74.1	26.9	4.948
0.78	26.8	73.7	4.776	0.93	77.4	22.6	4.961
0.79	29.9	70.1	4.788	0.94	80.7	19.3	4.973
0.80	33.4	66.6	4.801	0.95	84.0	16.0	4.985
0.81	36.9	63.1	4.813	0.96	87.2	12.8	4.998
0.82	40.3	59.7	4.825	0.97	90.4	9.6	5.010
0.83	43.8	56.2	4.838	0.98	93.6	6.4	5.022
0.84	47.2	52.8	4.850	0.99	96.8	3.2	5.035
0.85	50.7	49.3	4.862	1.00	100.0	0.0	5.047

RQ (respiratory quotient, 呼吸商) : 安静状態においては、脂質と糖質の燃焼比率は約50%ずつであり、このときのRQは0.85となる。絶食状態などで体内の糖質が減少していれば、安静時のRQは0.85よりも低くなることもある。運動強度が上がると、骨格筋での基質利用が糖質に移行するためRQは上昇する。RQ1.0は、高強度運動を疲労困憊になるまで追い込んだ時 ($\dot{V}O_2\max$ に至った時) に見られる、一方、脂質だけをエネルギー源として代謝することができないため、RQが0.707以下になることはない。

に満たない（大きく下回る）こともあるので注意が必要である。また、仮に自分の $\dot{V}O_2\max$ が正確に測定できたとしても、日常でおこなっている運動が $\dot{V}O_2\max$ の何%であるかを運動実践中に正確に測定し、推奨される数値と逐一比較することは不可能である。心拍数などで評価する方法もあるが、個人差が大きいことや、降圧剤を服用している者は心拍数が上がりにくいいため利用できないことを考えると、運動強度を決めるのは、最終的には、自分の感覚（自覚的運動強度）ということになる。運動の量や頻度は、多ければ多いほど効果が得られやすいため、ACSM でも、各有疾患者の運動処方では、運動頻度は週3－

7回を推奨している。つまり、可能であれば毎日おこなうのが良い。時間も、各疾患とも20－60分と推奨されているが、決して60分以上おこなってはいけないというものではない。このようなことから、運動強度や頻度、時間などの細かな数値にこだわり過ぎる必要はない。

④ わが国における健康づくりのための運動基準

わが国では2006年に「健康づくりのための運動基準2006（エクササイズガイド2006）」（表5）が発表された。この運動基準は、身体活動量・運動量・体力（ $\dot{V}O_2\max$ ）の基準値、生活習慣病予防と筋力を含むその他の体力との関係について示されている。こちらも参考にされたい。しかしながら、この基準値を策定するにあたって、国内外の論文が精査（システマティック・レビュー）されているが、その多くが国外の論文であるため、日本人に有用であるかどうかは、今後、十分検討する必要がある。

表5 健康づくりのための運動所要量

1. 健康づくりのための身体活動・運動量の基準値

①身体活動量：23メッツ・時／週

（強度が3メッツ以上の活動で1日当たり約60分。

歩行中心の活動であれば1日当たり、およそ8,000～10,000歩に相当）

②運動量：4メッツ・時／週

（例えば、速歩で約60分、ジョギングやテニスで約35分）

2. 健康づくりのための性・年代別の

最大酸素摂取量の基準値（ $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{分}^{-1}$ ）

	男性	女性
20歳代	40	33
30歳代	38	32
40歳代	37	31
50歳代	34	29
60歳代	33	28

6. さいごに

よく「○○ダイエット」と見出しのあるテレビ番組や雑誌、広告などを見かける。あたかも、紹介された運動や食事で痩せられた、健康になったかのように報告されている。しかしながら、実際は、その運動や食事だけの効果かどうかは疑わしい。片山ら（2008）は、成人肥満男性にウォーキングによる運動介入をおこなった時、日常生活での生活習慣についてはとくに規制せず、身体活動量を上げるための課題も与えなかった。しかしながら、対象者は自ずと身体活動量を増やしていた。このことは、介入によって得られた効果に、日常生活における生活習慣の変化による影響（介入以外の効果）が含まれていることを意味している。この影響を十分に考慮して、介入した効果かどうかを結論付けなければならないのだが、テレビや雑誌などで検証された結果は考慮されていないことが多い。メディアで取り上げられる情報は、介入した内容による純粋な効果かどうか疑わしいということを理解しておきたい。

短期間で顕著な減量効果を得るためには食事管理が最も効果的であるが、長期間にわたる運動の習慣化で、減量効果も含めさまざまな医学・生理学的効果を得ることが可能である。また、運動を実践することで、QoLを高める、ストレスが解消されるなど社会学的、心理学的効果もあるため、運動は健康づくりに貢献している。ただし、運動による効果が現れるまでに長い期間を要するので、しっかりと運動を習慣化してほしい。いくら頑張っても運動を継続しても、その他の生活習慣が怠慢であれば効果は現れない。運動効果が得られない、得られにくい時は、食習慣を始めとする生活習慣全体を見直し、諦めずに継続してほしい。

注

- 注1 METsとは、身体活動の強さを、安静時の何倍に相当するかで表す単位。座って安静にしている状態が1METである。Ainsworth et al. (2000)がさまざまな活動のMETsをまとめている。
- 注2 ある活動によって消費する1時間あたりのエネルギー量は、次の計算式によって簡易に換算できる。エネルギー消費量(kcal/h) = $1.05 \times \text{体重(kg)} \times \text{活動強度(METs)} \times \text{時間(h)}$
- 注3 1日の基礎代謝量は、基礎代謝基準値(表2)と体重の積から求められる。
- 注4 脂肪1kgを燃焼するのに要するエネルギーは約7,000kcalである。

参考文献

- 1) Ohkawara K, Tanaka S, Miyachi M, Takata-Ishikawa K, Tabata I. A dose-response relation between aerobic exercise and visceral fat reduction: systematic review of clinical trials. *Int J Obes* 2007; 31: 1786-97.
- 2) Heymsfield SV, Harp JB, Reitman ML, et al. Why do obese patients not lose more weight when treated with low-calorie diets? A mechanistic perspective. *Am J Clin Nutr* 2007; 87: 346-54.
- 3) Mertens DJ, Kavanagh T, Campbell RB, Shephard RJ. Exercise without dietary restriction as a means to long-term fat loss in the obese cardiac patient. *J Sports Med Phys Fitness* 1998; 38: 310-6.
- 4) Leon AS, Casal D, Jacobs D Jr. Effects of 2000 kcal per week of walking and stair climbing on physical fitness and risk factor for coronary heart disease. *J Cardiopulmonary Rehabil* 1996; 16: 183-92.
- 5) Meijer EP, Westerterp KR, Verstappen FTJ. Effect of exercise training on total daily physical activity in healthy humans. *Eur J Appl Physiol* 1999; 80: 16-21.
- 6) 片山靖富, 笹井浩行, 沼尾成晴ら. 運動介入期間中の日常生活における身

- 体活動量の変化が活力年齢および体力年齢に及ぼす影響. 体力科学 2008; 57: 463-73.
- 7) International Society of Sports Psychology. Physical activity and psychological benefits: A position statement. The Sport Psychologist 1992; 6: 199-203.
 - 8) Snowling NJ, Hopkins WG. Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients. Diabetes Care 2006; 29: 2518-27.
 - 9) Katzmarzyk PT, Craig CL. Musculoskeletal fitness and risk of mortality. Med Sci Sports Exerc 2002; 34: 740-4.
 - 10) 笹井浩行, 片山靖富, 沼尾成晴, 中田由夫, 田中喜代次. 中年肥満男性における運動実践が内臓脂肪に及ぼす影響—食事改善との比較— 体力科学 2008; 57: 89-100.
 - 11) 片山靖富, 中田由夫, 大河原一憲ら. 食事制限と運動実践による血清脂質の変化が血液流動性に及ぼす影響—減量前後の変化に着目して—. 肥満研究 2006; 12: 225-33.
 - 12) Tanaka K, Okura T, Shigematsu R, et al. Target value of intraabdominal fat area for improving coronary heart disease risk factors. Obesity Research 2004; 12: 695-703.
 - 13) 田中喜代次, 大藏倫博. スマートダイエット～メタボリックシンドローム予防・改善のための減量指導～. 健康・体力づくり事業財団 (編). 東京, 2007.
 - 14) 小西すず. いきいき栄養学—武庫川女子大学栄養クリニック. 診断と治療社, 東京, 2006.
 - 15) 岡山 明 (編著) 小久保喜弘, 渡邊 至, 三浦克之 (著). メタボリックシンドローム予防の健康教育—教材を用いた実践的プログラム—. 保健同人社, 東京, 2007.
 - 16) Catenacci VA, Wyatt HR. The role of physical activity in producing and maintaining weight loss. Nature Clin Pract 2007; 7: 518-29.

- 17) Ching PL, Willett wc, Rimm EB, et al.
Activity level and risk of overweight in male health professionals.
Am J Public Health 1996; 86: 25-30
- 18) Talbot LA, Morrell CH, Metter EJ, Fleg JL. Comparison of
cardiorespiratory fitness versus leisure time physical activity as
predictors of coronary events in men aged $< \text{or} = 65$ years and > 65 years. Am J Cardiol 2002; 89: 1187-92.
- 19) Blair SN. Revisiting fitness and fatness as predictors of mortality.
Clin J Sports Med 2003; 13: 319-20.
- 20) Katzmarzyk PT, Church TS, Blair SN. Cardiorespiratory fitness
attenuates the effect of the metabolic syndrome on all-cause and
cardiovascular disease mortality in men. Arch Intern Med 2004; 164:
1092-7.
- 21) American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for
Exercise Testing and Prescription (6th ed.), Williams & Wilkins:
Philadelphia, 2000.
- 22) 田中喜代次, 片山靖富, 野又康博, 林 容市, 新村由恵. 生活習慣病予防
のための運動処方の基本的考え方とその実際. 日本臨床 2008; 66 suppl
7: 212-7.
- 23) Romijn JA, Coyle EF, Sidossis LS, et al. Regulation of endogenous
fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity
and duration. Am J Physiol 1993; 265: E380-91.
- 24) Hayashi Y, Nagasaka S, Takahashi N, et al. A single bout of exer-
cise at higher intensity enhances glucose effectiveness in sedentary
men. J Clin Endocrinol Metab 2005; 90: 4035-40.
- 25) Numao S, Hayashi Y, Katayama Y, et al. Effects of obesity pheno-
type on fat metabolism in obese men during endurance exercise. Int
J Obes 2006; 30: 1189-96.

- 26) 勝川史憲. 介入試験からみた内臓脂肪の減少効果. 肥満研究 2007; 13 : 10-8.
- 27) Lusk G. A. A. Calorimetry. Analysis of the oxidation of mixtures of carbohydrate and fat. A correction. J Biol Chem; 59: 41-2, 1924.
- 28) 厚生労働省 運動所要量・運動指針の策定検討委員会. 健康づくりのための運動指針2006.
- 29) Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, et al. Compendium of Physical Activities: An update of activity codes and MET intensities. Med Sci Sports Exerc 2000; 32: S498-516.